

University of Groningen

Visual semantics

Schie, Hein Thomas van

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2003

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Schie, H. T. V. (2003). *Visual semantics*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Nederlandse Samenvatting

Inleiding

De betekenis van taal is een veelzijdig en intrigerend fenomeen. Generaties psychologen, filosofen en taalkundigen hebben zich bezig gehouden met de vraag hoe de betekenis van taal gerepresenteerd is in ons hoofd. Het verleden heeft aangetoond dat deze vraag niet eenvoudig is te beantwoorden. In de afgelopen decennia zijn nieuwe technieken ontwikkeld die wetenschappers in staat stellen om activiteit zoals zich die in de hersenen voordoet zichtbaar te maken. Hoewel deze technieken hebben geleid tot nieuwe inzichten kan men zeggen dat de wetenschap nog slechts in de kinderschoenen staat als het gaat om inzicht in de wijze waarop de betekenis van taal georganiseerd is in onze hersenen.

In algemene zin is men het er over eens dat veel betekenisaspecten van taal opgeslagen liggen in het semantische geheugen. Het semantische geheugen is het systeem dat betrokken is bij het verwerken, opslaan en ophalen van informatie over de betekenis van woorden, concepten en feiten (Warrington, 1975). Het semantische geheugen stelt ons in staat om betekenis te geven aan onze sensorische ervaringen (Hodges et al., 1992), de objecten die we zien en de woorden die we lezen of horen (Humphreys & Forde, 2001). Men denkt dat de ontwikkeling van het semantische geheugen ontstaat in de dagelijkse ervaring met concrete objecten zoals planten, dieren en gereedschappen (bijv. Pulvermüller, 1999a). Op het moment dat de betekenis van een concreet woord geleerd wordt, wordt de persoon geconfronteerd met prikkels uit de diverse zintuigen. Ook kan het zijn dat de persoon acties uitvoert met het object waar het woord aan refereert. Zowel de visuele als motorische ervaring die de persoon opdoet worden geassocieerd met de naam van het object (Allport, 1985). Visuele semantiek verwijst naar dat gedeelte van het semantische geheugen dat betrekking heeft op kennis van visuele elementen in de wereld om ons heen. Aangezien mensen in hoge mate visueel zijn ingesteld denkt men dat de betekenis van concrete woorden sterk gekoppeld is aan de visuele waarneming (Martin, 1998). Martin et al. (1995) stelden voor dat de semantische kennis van objecten ligt opgeslagen bij gebieden die betrokken zijn bij de perceptuele verwerking van die objecten. Ook stelden zij voor dat de organisatie van semantische kennis in het brein parallel loopt met de organisatie van perceptuele functies. Van perceptuele functies is bekend dat deze zijn onderverdeeld in verschillende gebieden, waarbij elk gebied is gespecialiseerd in een specifieke perceptuele eigenschap (bijv. analyse van vorm, kleur, beweging,

positie, etc.)(Felleman & Van Essen, 1991). Dit voorstel doet een sterke voorspelling over de structurele relatie tussen visuele semantiek en perceptuele functie.

Nog niet zo lang geleden was men de mening toegedaan dat taal voor het merendeel een autonoom cognitief proces is met zijn eigen neurale processen en verantwoordelijke hersengebieden (bijv. Geschwind, 1965), waarbij het gebied van Broca en het gebied van Wernicke als belangrijkste werden gezien. Echter, zowel het onderzoek met patiënten die als gevolg van hersenbeschadiging problemen ondervinden met het begrijpen van taal, alsook de uitkomsten van neuroimaging-onderzoek² hebben bijgedragen aan het beeld dat de betekenis van taal in sterke mate gedistribueerd is en een beroep doet op verschillende sensorische en motorische gebieden van de hersenen.

Een populaire neuroimaging-techniek is het gebruik van het electroencephalogram (EEG) dat de mogelijkheid biedt om op nauwkeurige wijze neurale hersenactiviteit in de tijd te beschrijven. Het EEG wordt gemeten met elektroden die zijn aangebracht op de scalp waarmee de elektrische activiteit van de hersenen over de tijd wordt geregistreerd. Wanneer we het in de praktijk over EEG-onderzoek hebben betekent dit meestal dat het gaat om ERP-onderzoek. Event-related potentials (ERPs) geven het gemiddelde EEG-signaal weer in relatie tot een bepaalde gebeurtenis of event (bijvoorbeeld het verschijnen van een woord op een computermonitor). Psycholinguïstisch ERP-onderzoek naar semantiek heeft zich in hoge mate beziggehouden met de N400, een negatief elektrisch signaal dat ongeveer 400 milliseconden na aanbieding van een woord gemeten wordt. De N400 is gevoelig voor de semantische relatie tussen woorden, maar wordt ook gevonden met niet talige stimuli zoals lijntekeningen (bijv. Holcomb & McPherson, 1994) en gezichten (bijv. Barrett & Rugg, 1990), wat doet vermoeden dat de N400 een algemene maat is voor de verwerking van betekenisvolle stimuli. De N400 is veelal gebruikt als middel tot onderzoek, om bijvoorbeeld de relatie te onderzoeken tussen semantische en grammaticale analyse van zinnen. Ook is de N400 gebruikt om de vraag te beantwoorden of er sprake is van een uniform semantisch geheugen ofwel een onderverdeling in semantische modules (bijvoorbeeld aparte modules voor talige en visuele semantiek). Echter er is nog steeds weinig bekend over de neurale bron van de N400 en belangrijker, hoe semantische informatie in de hersenen gerepresenteerd wordt en verwerkt. Hoewel ERP-onderzoek juist in staat zou moeten zijn om op een accurate wijze verslag te doen van de manier waarop betekenis in de hersenen wordt verwerkt, heeft een te sterke focus op de N400 (als zijnde 'de semantische component') ertoe geleid dat deze potentie onvoldoende is benut. Vooral de gedachte dat semantische betekenis van taal in sterke mate beroep doet op niet talige cognitieve processen en ERP-componenten (bijvoorbeeld visuele of motorische representaties) is onvoldoende onderzocht.

Naast het gebruik van neuroimaging technieken zoals ERPs bestaan er minder ingewikkelde technieken waarmee men interacties tussen semantische en visuele processen kan onderzoeken. De meest frequent gebruikte methode in psychologisch onderzoek is het reactietijdparadigma waarbij men op grond van de snelheid en accurateid waarmee proefpersonen reageren interne cognitieve processen tracht te

²m.b.v. neuroimaging wordt een beeld gevormd van neurale processen

een reflectie is van de mate van saccade preparatie in subcorticale gebieden van de hersenen. Echter het is mogelijk dat de effecten van IOR zich niet beperken tot subcorticale gebieden, maar tevens een rol spelen in de cortex. Resultaten van eerder onderzoek lieten zien dat de effecten van IOR sterk gekoppeld zijn aan objecten en delen van objecten (bijv. Tipper, 1991; Ro & Rafal, 1999) wat doet vermoeden dat IOR een corticale basis heeft en is geassocieerd met de corticale representaties van deze objecten. Chasteen en Pratt (1999) vonden dat IOR het lezen van woorden beïnvloed en resultaten van Fuentes et al. (1999a) lieten zien dat de effecten van IOR ook op semantisch niveau tot inhibitie kunnen leiden.

Een belangrijke vraag die zich aandient is dan ook of semantiek een invloed kan hebben op reflexieve aandachtsmechanismen zoals IOR. Door het aanbieden van woorden die ofwel gerelateerd of niet gerelateerd zijn aan objecten is getracht het effect van IOR te beïnvloeden. Hoewel zowel IOR als de semantische relatie tussen het woord en het object een effect lieten zien in de reactietijden op visuele probes vonden we geen invloed van de semantische relatie op IOR. Dit suggereert dat het effect van IOR voornamelijk subcorticaal gerepresenteerd is en dat, hoewel IOR een sterke invloed lijkt te hebben op hogere cognitieve processen, de omgekeerde invloed vanuit de semantiek naar IOR minder vanzelfsprekend is.

Semantische Specialisatie voor Manipuleerbare en Niet-manipuleerbare Objecten

Hoofdstuk 3 richt zich op de organisatie van het semantische geheugen in visuele hersengebieden. De visuele hersenen bestaan uit twee belangrijke paden, het dorsale en het ventrale pad, die elk specifieke functies bezitten. Het ventrale pad is betrokken bij het herkennen van objecten, terwijl het dorsale pad het mogelijk maakt om acties uit te voeren met objecten. Eenzelfde functionele organisatie is voorgesteld voor het semantische geheugen, waarbij de ventrale route semantische kennis bevat over de visuele eigenschappen van objecten en de dorsale route semantische kennis bevat over het type acties behorende bij objecten. Dit suggereert dat de organisatie van het semantische geheugen parallel loopt aan de perceptuele specialisatie voor objecten in het dorsale en ventrale pad.

Er werden twee typen woorden aangeboden: woorden die refereren aan manipuleerbare objecten (bijv. 'pen') en woorden die verwijzen naar niet-manipuleerbare objecten (bijv. 'schoorsteen'). De verwachting was dat woorden die refereren naar manipuleerbare objecten in het voordeel zijn wanneer deze aangeboden worden in het onderste visuele veld (het onderste visuele veld heeft een directe verbinding met het dorsale pad dat van belang zou zijn voor de functionele eigenschappen van objecten). Woorden die refereren naar niet-manipuleerbare objecten zouden in een voordeel moeten resulteren wanneer aangeboden in het bovenste visuele veld (het bovenste visuele veld heeft een directe verbinding met het ventrale pad dat voornamelijk kennis lijkt te bevatten over de visuele kenmerken van objecten). Proefpersonen dienden voor elk woord aan te geven of het een bestaand woord betrof, of een niet bestaand (pseudo) woord. De resultaten van deze lexicale-beslissingtaak lieten een voordeel zien voor manipuleerbare objecten in het onderste visuele veld en niet-manipuleerbare objecten in het bovenste visuele veld. Echter, dit patroon

was alleen zichtbaar bij herhaalde aanbieding van woorden. Dit suggereert dat priming noodzakelijk is om met behulp van woorden de distributie van semantische eigenschappen in dorsale en ventrale gebieden in kaart te kunnen brengen.

Daarnaast lieten de resultaten een sterk voordeel zien wanneer woorden werden aangeboden in het onderste visuele veld. Het voordeel voor aanbieding in het onderste visuele veld was ongeveer twee maal zo groot voor echte woorden dan voor pseudowoorden. Dit lijkt te wijzen op een voordeel voor de verwerking van talige informatie in de dorsale gebieden.

De Relatie tussen Semantische en Perceptuele Representatie

Een belangrijke vraag die verband houdt met de organisatie van betekenis in het brein betreft de wijze waarop objecten zijn gerepresenteerd. Hoofdstuk 4 onderzoekt de hypothese dat objecten zijn gerepresenteerd via een tijdelijke verbinding tussen sensorische, perceptuele en semantische niveaus van objectbeschrijving. Het gevolg van een dergelijke tijdelijke verbinding zou kunnen zijn dat een verandering op één van deze niveaus (bijvoorbeeld het semantische niveau) automatisch leidt tot verandering op andere niveaus (bijvoorbeeld de perceptuele representatie van het object). Deze vraag is onderzocht met een plaatje - woord repetitieparadigma waarin de semantische relatie tussen het plaatje en het woord is gemanipuleerd. In experiment 1 werden plaatjes aangeboden gevolgd door een woord dat ofwel de naam van het object betrof (gerelateerd woord), ofwel gevolgd door een woord dat niet gerelateerd was aan het object. De verwachting was dat gerelateerde woorden de objectrepresentatie zouden versterken en dat dit effect tevens waarneembaar zou zijn op het perceptuele niveau. Door het aanbieden van visuele probe stimuli en het meten van de ERP-response op deze stimuli zijn we in staat eventuele feedback vanuit het semantische niveau naar het perceptuele niveau zichtbaar te maken. De redenering is dat toegenomen activatie in perceptuele gebieden de verwerking (ERPs) van visuele probes beïnvloed.

Niet-gerelateerde woorden genereerden een sterke N400, gemeten boven de pariëtale hersengebieden. De N400 is een afspiegeling van semantische integratie. Hoe groter het effect, des te moeilijker is het voor proefpersonen om het woord en het plaatje aan elkaar te relateren. Vanuit het effect op N400 ontstond een langdurige negatieve golf voor ongerelateerde woorden. Deze golf was onder andere maximaal boven visuele hersengebieden en weerspiegelt waarschijnlijk additionele visuele zoekprocessen die betrokken zijn bij het vinden van een semantische relatie tussen het plaatje en het woord. Interessant is dat dit zoekproces beïnvloed werd door het aanbieden van probes. ERPs op probe stimuli lieten zien dat probes al heel snel na hun aanbieding resulteerden in een onderdrukking van deze langdurige negatieve golf. Deze onderdrukking was een stuk sterker wanneer probes werden aangeboden in het bovenste visuele veld. Een mogelijke verklaring voor dit resultaat is dat het bovenste visuele veld een directe verbinding heeft met het ventrale pad dat een belangrijke rol lijkt te spelen in visueel zoeken en objectrepresentatie.

Zoals gezegd werden ERPs van visuele probe stimuli gebruikt om te onderzoeken of de semantische relatie tussen het woord en het plaatje effecten had op het perceptuele niveau. Zoals verwacht vonden we dat gerelateerde woorden invloed

hadden op de verwerking van probes en voornamelijk wanneer deze probes werden aangeboden op de positie van het plaatje. Echter, de latentie van het effect op deze probes was vrij laat (250 - 280 milliseconden na probe aanbieding). Na ongeveer 250 milliseconden zou de verwerking van probes al voor een groot deel de visuele cortex gepasseerd moeten zijn. Een mogelijke verklaring voor deze vertraging wordt besproken in Hoofdstuk 4.

In een tweede experiment werden in plaats van woorden met dezelfde betekenis als objecten geassocieerde woorden gebruikt (bijv. harp - 'muziek'). Net als in het eerste experiment vonden we dat ongerelateerde woorden in een sterkere N400 resulteerden, opnieuw gevolgd door een langdurige negatieve golf boven o.a. visuele gebieden. Ook vonden we opnieuw dat probes aangeboden in het bovenste visuele veld tot een sterkere onderdrukking van deze negativiteit leidden dan probes aangeboden in het onderste visuele veld. Echter, een duidelijk verschil met experiment 1 was dat het eerder beschreven late effect (250 - 280 milliseconden) afwezig was. Dit suggereert dat feedback vanuit het semantische niveau naar perceptuele gebieden afhankelijk is van de relatie tussen verbale en perceptuele informatie. Alleen woorden die direct verwijzen naar de visuele eigenschappen van het object lijken hiertoe in staat te zijn.

Gemeenschappelijke Neurale Basis voor Visueel Object-werkgeheugen en Visuele Semantiek

Over het algemeen vinden mensen concrete woorden (bijv. 'leeuw') makkelijker te begrijpen en te onthouden dan abstracte woorden (bijv. 'idee'). Eén van de voornaamste redenen voor dit verschil is waarschijnlijk dat concrete woorden over het algemeen goed voorstelbaar zijn, dit in tegenstelling tot abstracte woorden. Dit idee is zeker niet nieuw. Echter, er is zeer weinig bekend over de neurale mechanismen die mogelijkwerwijs een rol spelen bij de voorstelbaarheid van woorden. Een van de belangrijkste kandidaten die betrokken zou kunnen zijn bij het activeren van visueel-semantische kennis van concrete woorden is het visuele object-werkgeheugen (Baddeley, 1986; Ungerleider et al., 1998). Eerder onderzoek heeft aangetoond dat ons visuele werkgeheugen in twee aparte gedeelten onderverdeeld kan worden (Owen et al., 1996; Smith & Jonides, 1997; Belger et al., 1998; Courtney et al., 1998). Eén gedeelte houdt zich specifiek bezig met de verwerking van spatiële informatie (hoe ziet een hoofdletter 'A' er op zijn kop uit?): het spatiële werkgeheugen. Het andere gedeelte betreft het werkgeheugen waarin de visuele aspecten (bijv. vorm of kleur) van objecten worden gerepresenteerd (wat is groener? Het groen van gras, of het groen van een dennenboom): het object-werkgeheugen.

Deze studie is erop gericht om inzicht te verkrijgen in de corticale mechanismen die betrokken zijn bij het activeren van visueel-semantische kennis van concrete woorden. De mogelijkheid is onderzocht dat concrete woorden hun visuele betekenis activeren via het corticale netwerk voor object-werkgeheugen. Concrete (voorstelbare) woorden en abstracte (niet voorstelbare) woorden werden aangeboden in condities die verschilden in de hoeveelheid belasting die er gelegd werd op het object-werkgeheugen. De object-werkgeheugentaak bestond er uit dat proefper-

doorgronden. In één bepaald paradigma dat van grote waarde is gebleken worden stimuli aangeboden in verschillende delen van het visuele veld. Deze methode wordt vaak gebruikt om de talige eigenschappen van de linker en rechter hersenhelft te onderzoeken. Een typisch resultaat is dat woorden in het rechter visuele veld sneller en beter worden verwerkt dan woorden aangeboden in het linker visuele veld. Dit is omdat woorden in het rechter visuele veld rechtstreeks verwerkt worden door de linker hersenhelft die dominant is voor taal.

Eenzelfde organisatie zoals die bestaat voor het linker en rechter visuele veld is gevonden voor het bovenste en onderste visuele veld. Informatie aangeboden in het bovenste visuele veld komt terecht onderin de visuele hersenen (ventraal), terwijl het onderste visuele veld rechtstreeks verbonden is met het bovenste deel van de visuele cortex (dorsaal). Net als tussen de linker en rechter hemisfeer bestaan er interessante functionele verschillen tussen ventrale en dorsale gedeelten van het brein. De ventrale projectie is vooral belangrijk voor het herkennen en identificeren van objecten, terwijl het dorsale pad van belang lijkt te zijn voor het uitvoeren van acties met objecten (bijv. Creem & Proffitt, 2001). Ook semantische kennis lijkt dezelfde organisatie in de visuele hersenen te volgen. Patiënten met beschadigingen van het onderste (ventrale) deel van het visuele systeem lijken vooral problemen te ondervinden met het ophalen van visueel-semantische kennis van objecten (bijvoorbeeld kennis over de vorm, kleur, of grootte van objecten), terwijl patiënten met een dorsale laesie eerder moeite hebben met het gebruik van objecten (samenvattingen in Gainotti et al., 1995; Humphreys & Forde, 2001). Door betekenisvolle stimuli (woorden of plaatjes) aan te bieden in het bovenste en onderste visuele veld en de reacties van proefpersonen te meten zijn we in staat om de semantische eigenschappen in de dorsale en ventrale gedeelten van de visuele cortex te onderzoeken.

Samenvatting van de Experimentele Hoofdstukken

Het proefschrift is opgedeeld in twee delen. Het eerste deel (hoofdstukken 2 en 3) beschrijft een aantal gedragsexperimenten waarin getracht wordt de semantische eigenschappen te onderzoeken van ventrale en dorsale delen van de visuele cortex. Hierbij is gebruik gemaakt van de gekruiste organisatie in het visuele systeem. In het tweede deel (hoofdstukken 4 en 5) worden ERP-experimenten beschreven die er op gericht zijn een completer beeld te vormen van de functionele relatie tussen semantische en visuele processen in het brein.

Inhibition of Return en Semantische Priming voor Objecten in het Bovenste en Onderste Visuele Veld

Hoofdstuk 2 richt zich op de relatie tussen de semantische kennis van objecten en aandachtsmechanismen die een rol vervullen in visueel zoeken. Het efficiënt zoeken in de visuele omgeving is afhankelijk van de semantische kennis die we hebben over objecten en maakt gebruik van aandachtsmechanismen die het gedrag van onze ogen in de visuele ruimte controleren. Het idee bestaat dat er een sterke samenwer-

king is tussen de neurale mechanismen voor visuele semantiek en het systeem dat onze aandacht controleert.

Eén van de functionele mechanismen die een belangrijke rol speelt in visueel zoeken is 'inhibition of return' (IOR). IOR is gekoppeld aan het systeem voor saccadische oogsprongen.³ Het mechanisme houdt bij welke objecten of posities bezocht zijn door de ogen en onderdrukt iedere volgende aandachtsverplaatsing naar dat object of die positie. Het gevolg is dat nog niet onderzochte objecten bevoordeeld worden.

(Previc, 1990) stelde voor dat er kwalitatieve verschillen bestaan tussen het bovenste en onderste visuele veld. Het bovenste visuele veld is gespecialiseerd in visueel zoeken en objectherkenning waarbij er een voordeel lijkt te bestaan voor het maken van saccadische oogsprongen. Het onderste visuele veld echter lijkt vooral gespecialiseerd in oog-handcoördinatie waarbij er een voordeel is voor oogbewegingen die het object volgen in de ruimte. Aangezien IOR gekoppeld is aan het systeem voor saccadische oogsprongen verwachten we een voordeel te vinden voor IOR in het bovenste visuele veld.

In experiment 1 werden plaatjes van objecten aangeboden in het onderste en bovenste visuele veld. De verwachting was dat objecten beter herkend zouden worden in het bovenste visuele veld. Ook het richten van de aandacht zou efficiënter zijn voor objecten in het bovenste visuele veld. Proefpersonen kregen de instructie om objecten te identificeren en vervolgens te reageren op het verschijnen van visuele probes. Deze probes zijn visuele prikkels met een zeer korte aanbestedingstijd, welke ofwel op de positie van het eerder aangeboden object werden getoond, ofwel op de tegenoverliggende positie op het scherm. De reactiesnelheid van proefpersonen op deze probes is vertraagd wanneer probes op dezelfde positie als het object worden aangeboden. Deze vertraging wordt gezien als het effect van IOR dat ontstaat a.g.v. het herhaaldelijk verplaatsen van de aandacht naar een bepaalde positie. De resultaten van dit experiment lieten zien dat het effect van IOR ongeveer twee maal zo sterk is in het bovenste visuele veld dan in het onderste visuele veld. Het sterkere effect van IOR in het bovenste visuele veld komt overeen met het voordeel voor saccadische oogsprongen in datzelfde gedeelte van het visuele veld.

In een tweede experiment werd onderzocht of de sterkere effecten van IOR in het bovenste visuele veld het gevolg zijn van de objecten die daar werden aangeboden, of dat dit effect het gevolg is van een sterkere gevoeligheid voor plotselinge visuele veranderingen in dit deel van het visuele veld. In dit tweede experiment werden in plaats van echte objecten, kortstondig visuele flitsen aangeboden. Proefpersonen kregen de instructie om deze flitsen te negeren. Dit resulteerde erin dat het eerder gevonden verschil tussen het bovenste en onderste visuele veld verdween. Dit resultaat ondersteunt de hypothese dat het identificeren en attenderen van objecten in het bovenste visuele veld gepaard gaat met een sterke mate van saccade preparatie. Vooral voor objecten aangeboden in het bovenste visuele veld lijkt er een sterke geneigdheid te bestaan tot het maken van oogsprongen om het object te identificeren.

Een van de actuele vragen met betrekking tot IOR is op welk niveau de inhibitie van IOR zich manifesteert. Over het algemeen wordt er van uit gegaan dat IOR

³lees abrupte verplaatsingen van de ogen. Dit i.t.t. bijvoorbeeld volgbewegingen van ogen waarbij de ogen zich geleidelijk van de ene naar de andere positie verplaatsen.

sonen gedurende een aantal seconden een abstracte visuele vorm dienden te onthouden. Er waren drie niveaus van belasting. Ofwel de te onthouden vorm was makkelijk (een polygoon met vier hoeken), ofwel de te onthouden figuur was moeilijk (een polygoon met 10 hoeken). Er was ook een conditie zonder belasting. In deze conditie kregen proefpersonen zowel vierhoeken als tienhoeken te zien, maar deze hoefden niet onthouden te worden. Gedurende het polygoon-retentieinterval werden abstracte en concrete woorden aangeboden. De verwachting was dat wanneer woorden werden aangeboden in condities met een hoge werkgeheugenbelasting, het moeilijker zou zijn om de visueel-semantiche betekenis van deze woorden te activeren.

In één helft van het experiment dienden proefpersonen voor ieder woord aan te geven of het woord concreet was of abstract. In het andere gedeelte van het experiment dienden proefpersonen voor ieder woord te beslissen of het een echt woord betrof, dan wel een pseudowoord (in deze conditie waren dus ook af en toe pseudoworden te horen).⁴ Het onderscheid tussen de concreet-abstract-beslissingstaak en de lexicale-beslissingstaak diende ertoe om inzicht te verkrijgen in de voorwaarden waaronder de visuele betekenis van concrete woorden geactiveerd wordt. Gebeurt dit te allen tijde automatisch wanneer het woord herkend wordt (lexicale-beslissingstaak), of treedt dit slechts op wanneer er een expliciete noodzaak bestaat (concreet-abstract-beslissingstaak).

ERP resultaten ondersteunden de hypothese dat de visuele betekenis van concrete woorden geactiveerd wordt via het object-werkgeheugen. Daarbij suggereerden ERPs dat dit proces zich in twee fasen voltrekt. Visuele kennis van concrete woorden wordt waarschijnlijk eerst opgehaald uit het lange-termijngeheugen (weerspiegeld door de sterkere frontale N400 en occipitale positiviteit voor concrete woorden t.o.v. abstracte woorden) en vervolgens gevisualiseerd via het netwerk voor object-werkgeheugen (aangegeven door een positiviteit boven de linker ventrolaterale frontale cortex en een bilaterale negativiteit boven occipitale (visuele) gebieden). Zowel de frontale positiviteit en de occipitale negativiteit waren tevens kenmerkend voor de polygoon-werkgeugentaak.

De overeenkomst tussen het concreetheid-effect en de werkgeugentaak was het meest duidelijk voor de woorden die aangeboden werden in de lexicale-beslissingstaak. Dit ondersteunt de hypothese dat de visuele betekenis van woorden automatisch geactiveerd wordt wanneer het woord wordt herkend. Tevens vonden we in deze conditie een duidelijk effect van de object-werkgeugentaak op de ERP-effecten van concrete woorden. De frontale effecten van concreetheid werden onderdrukt wanneer woorden werden aangeboden in condities waarin een object onthouden diende te worden. In de concreet-abstract-beslissingstaak vonden we afwijkende ERP-effecten op concrete woorden. Dit lijkt er op te wijzen dat, wanneer er sprake is van doelbewuste visualisatie er (gedeeltelijk) andere mechanismen betrokken zijn. In deze taakconditie vonden we geen interacties tussen de effecten van concreetheid en de object-werkgeugentaak.

⁴Pseudoworden klinken net zo normaal als echte woorden, echter ze hebben geen betekenis (bijv. 'genner').

Conclusie

De voornaamste conclusie van dit proefschrift is dat de semantische verwerking van concrete woorden niet slechts berust op autonome cognitieve processen die selectief zijn voor taal, maar dat semantische processen een sterke relatie onderhouden en gebruik maken van diverse andersoortige cognitieve functies en processen die niet direct tot de taal gerekend worden. De resultaten van hoofdstuk 3 lijken de hypothese te bevestigen dat de organisatie van semantische kennis in de hersenen gekoppeld is aan de distributie van perceptuele functies in het dorsale en ventrale pad. Semantische kennis van manipuleerbare objecten lijkt opgeslagen in het dorsale pad dat gespecialiseerd is in het reiken naar en manipuleren van objecten in het onderste visuele veld. Semantische kennis van niet-manipuleerbare objecten is daarentegen waarschijnlijk opgeslagen in het ventrale pad dat gespecialiseerd is in visueel zoeken en het herkennen van objecten in het bovenste visuele veld. Zowel visueel-semantische kennis als perceptuele functies lijken zich georganiseerd te hebben in relatie tot de eigenschappen van onze visuele omgeving. Het gegeven dat onze handen veelal objecten manipuleren in het onderste visuele veld heeft mogelijk geleid tot de ontwikkeling van een specialisatie voor object manipulatie in het dorsale pad. Het herkennen en zoeken van objecten die zich buiten onze directe invloed bevinden zou bijgedragen kunnen hebben aan de ontwikkeling van een systeem voor objectherkenning in het ventrale pad.

Het proefschrift ondersteunt de gedachte dat het semantische geheugen voor concrete taal zich ontwikkeld heeft in relatie tot de perceptuele ervaring met objecten. De resultaten in hoofdstuk 5 laten zien dat de visuele betekenis van een concreet woord automatisch geactiveerd wordt wanneer de lexicale identiteit van het woord bekend wordt. De resultaten ondersteunen een model van visuele semantiek waarin visueel-beschrijvende informatie eerst wordt opgehaald uit het langetermijngeheugen en vervolgens wordt geactiveerd in het object-werkgeheugen. Het object-werkgeheugen lijkt een belangrijke rol te spelen voor zowel het begrip van taal alsook voor de visuele waarneming. De resultaten van hoofdstuk 4 suggereren dat het werkgeheugen van belang zou kunnen zijn in de koppeling tussen talige en visuele informatie.

Concluderend denk ik dat het proefschrift een interessant beeld geeft van de relatie tussen semantische, visuele en talige processen. Resultaten geven aan dat het semantische geheugen voor concrete woorden een intieme verbinding onderhoudt met het visuele systeem. Hoewel er in toenemende mate onderzoek wordt verricht naar de relatie tussen semantische processen en visuele functie (in de meeste gevallen is dit onderzoek met een neuropsychologische achtergrond), is het zo dat deze relatie onvoldoende is onderkend in de cognitieve neurowetenschappen. Voor een aanzienlijk deel is dit te wijten aan het feit dat visueel onderzoek en taal onderzoek vanuit hun historische achtergronden veelal gezien worden als aparte wetenschappelijke disciplines. De resultaten in dit proefschrift laten zien dat een dergelijk perspectief niet opgaat voor visuele semantiek.

